



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

Queratina para la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Juan Carlos, Fustamante De La Cruz (ORCID: 0000-0002-8410-205X)

ASESORES:

Dr. César Augusto, Monteza Arbulú (ORCID: 0000-0003-2052-6707)

Dra. Bertha Magdalena, Gallo Gallo (ORCID: 0000-0001-8271-9593)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a DIOS por permitir lograr una de mis metas, por fortalecerme y darme la vida durante el proceso. A mis PADRES, por su gran amor, trabajo, sacrificio y por el compromiso que asumieron desde un principio para lograr verme un profesional afrontando el mundo con coraje, decisión y humildad.

Juan Carlos

Agradecimiento

En primer lugar, quiero dar gracias a **DIOS** por guiarme a lo largo de la vida, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Segundo Agradecer a **MIS PADRES: Norvil y Sandra** por el apoyo incondicional que siempre me brindan y por confiar y creer en mi expectativa, por los buenos consejos, valores y principios que me han inculcado como persona.

Finalmente expresar mi más grande y sincero agradecimiento por el apoyo a **MIS DOCENTES:** como es el Ing. Monteza Arbulú, Cesar Augusto y la Ing. Gallo Gallo Bertha Magdalena por su ayuda y buena voluntad en la asesoría para hacer realidad mi tesis.

Juan Carlos

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, FUSTAMANTE DE LA CRUZ JUAN CARLOS, alumno de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada "Queratina para la adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope", son:

1. De mi autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, 25 agosto de 2020



FUSTAMANTE DE LA CRUZ JUAN CARLOS

DNI: 71561851

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de Figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	10
2.1. Tipo y diseño de investigación	10
2.2. Operacionalización de variables	10
2.3. Población, muestra y muestreo	10
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	11
2.5. Procedimiento	13
2.6. Método de análisis de datos	17
2.7. Aspectos éticos	17
III. RESULTADOS	18
IV. DISCUSIÓN	23
V. CONCLUSIONES	24
VI. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26
ANEXOS	30
Anexo 01. Matriz de consistencia	30
Anexo 02. Operacionalización de variables	31
Anexo 03. Galería de fotos	32
Anexo 04. Resultados	37
Anexo 05. Acta de Aprobación de originalidad de tesis	39
Anexo 06. Reporte Turnitin	40
Anexo 07. Autorización de Publicación de tesis en el Repositorio Institucional UCV	41
Anexo 08. Autorización de la versión final del Trabajo de Investigación	42

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Ventajas y desventajas del proceso de adsorción con material inerte.....</i>	5
Tabla 2. <i>Resultados de análisis fisicoquímico de los tratamientos con diferentes dosis de queratina (plumas de pollo) en diferentes pH, para la adsorción de plomo.....</i>	20
Tabla 3. <i>Remoción de plomo, según tratamientos.....</i>	20

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Morfología de una pluma (Asociación Española para la cultura, el Arte y la Educacion)	6
<i>Figura 2.</i> Estructura de la Queratina (Química Alkano)	7
<i>Figura 3.</i> Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 4	18
<i>Figura 4.</i> Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 5.	19
<i>Figura 5.</i> Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 6.	19
<i>Figura 6.</i> Resultados obtenidos después del tratamiento.	21
<i>Figura 7.</i> Porcentaje de adsorción de Pb.	22

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo, determinar las condiciones para la mayor adsorción de plomo en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando la queratina. Para ello se utilizó las plumas de pollo, ya que estas tienen en su estructura entre 85 a 90 % de queratina. El tipo de investigación fue experimental, la muestra constituida por 20 litros de aguas subterráneas con presencia de plomo del centro poblado Los Positos, a unidad experimental fue de 700 ml de aguas enriquecidas con nitrato de plomo obteniendo una concentración inicial de 2.4549 mg Pb/L. En el tratamiento se utilizó la prueba de jarras con una velocidad de agitación de 200 rpm en un tiempo de contacto de 60 minutos, las dosis de 1 g, 1.5 g y 2 g de plumas de pollo con un tamaño aproximado de 0.5 cm, con diferentes pH de 4, 5, 6. Después del tratamiento se filtraron las muestras para posteriormente ser analizados por el método espectrofotometría de adsorción atómica por llama, en el laboratorio de control de calidad del agua SEDALIB S.A. Los resultados obtenidos para la adsorción de plomo en el T3 con 92% de eficiencia, seguido del T2 con 88% y finalmente el T1 con 42%. Concluyendo que las plumas de pollo son eficaces en el proceso de adsorción de plomo donde el factor más importante es el pH ya que a medida que va aumentando mayor será la adsorción de plomo.

Palabras clave: Adsorción, plomo, queratina, plumas de pollo

Abstract

The objective of this research project is to determine the conditions for the greatest adsorption of lead in groundwater of the Los Positos town center, Mórrope district using keratin. For this, chicken feathers were used, since they have between 85 to 90% keratin in their structure. The type of research was experimental, the sample constituted by 20 liters of groundwater with lead presence from the Los Positos town center, the experimental unit was 700 ml of water enriched with lead nitrate obtaining an initial concentration of 2.4549 mg Pb /L. The treatment used the jar test with a shaking speed of 200 rpm in a contact time of 60 minutes, the doses of 1 g, 1.5 g and 2 g of chicken feathers with an approximate size of 0.5 cm, with different pH of 4, 5, 6. After the treatment, the samples were filtered to later be analyzed by the atomic adsorption flame spectrophotometry method, in the water quality control laboratory SEDALIB SA. The results obtained for lead adsorption in T3 with 92% efficiency, followed by T2 with 88% and finally T1 with 42%. Concluding that chicken feathers are effective in the lead adsorption process where the most important factor is the pH since as it increases, the greater the lead adsorption.

Keywords: Conditions, adsorption, lead, keratin, chicken feathers

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación a nivel mundial en el siglo XXI se ha convertido en un problema para muchos de los investigadores que buscan soluciones para mejorar el aire, agua y suelo que han sido alterados por las acciones que realiza el hombre en sus actividades diarias y que también han sido afectadas por actividades naturales. El recurso hídrico es contaminado en los procesos de las actividades mineras la cual representa la mayor parte de contaminación por este sector, también se hallan metales pesados de forma natural en la tierra que asimismo contaminan esta fuente.

La Organización Mundial de la Salud (2018) menciona que el plomo es uno de los metales pesados muy tóxicos que se encuentra en la corteza terrestre de forma natural, además que las tuberías de plomo que canalizan el agua potable puede arrastrar partículas de este material que una vez acumulado en el cuerpo humano se concentra en los riñones, hígado, cerebro, huesos y dientes; los más vulnerables por este metal son los niños ya que adsorben de cuatro a cinco veces más que los adultos, determinado esto por la OMS quien ha incorporado al plomo en la lista de los diez metales pesados más tóxicos que causan graves problemas para la salud.

En las últimas décadas se han realizado estudios de los sistemas acuáticos los cuales han aumentado su toxicidad por el incremento de la población, la industrialización y por deferentes sectores como agrícolas y mineros. En Colombia en el año 2013 se realizó 169 muestras de cadmio, 180 muestreos de cromo y plomo, indicando que en los ríos Bogotá, Mantaro, Cauca la Pintada, Pinillos y Achi se registraron las concentraciones más elevadas de Plomo según Reyes et al. (2016).

Las aguas subterráneas de la cuenca del río Duero ubicado al noroeste del estado de Michoacán – México, fueron analizadas sus composiciones químicas para el uso doméstico con realce en los metales pesados con la finalidad de comparar con su normativa vigente de agua para consumo, los resultados obtenidos en concentraciones de Cu, Mn, Zn y Fe estaban dentro de los límites permitidos a diferencia del Pb en las cuales se detectó concentraciones que exceden el límite máximo permitido para consumo humano por lo que Inocencio et al. (2013) Considerando que las altas concentraciones de Pb en el agua posiblemente estén asociadas con material volcánico como la arena silíceo.

En la región de la libertad, el río Moche ubicado en la ciudad de Trujillo fue área de estudio donde realizaron muestreos en ocho estaciones a lo largo de la cuenca del río encontrándose con diferentes metales pesados presentes en las aguas, en la cuenca alta se encontraron concentraciones de arsénico de (9.000 ppm), cadmio (4.550 ppm) y plomo alcanzando una concentración de (100.375 ppm) como lo indican Huaranga et al. (2012).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), mediante una información en la Revista Energiminas (2019) reveló que en enero de este año creció en más de 100% la concentración de plomo, hierro y cadmio en la cuenca del río Rímac, afectando la planta de tratamiento de agua potable de SEDAPAL la cual alcanzó los 0.005 microgramos por litro (mg/l) como máximo, lo que significó un aumento de 150% teniendo en cuenta al mismo mes del año pasado.

Asimismo en el distrito de Mórrope se presentó una nueva alerta por la presencia de plomo en 11 pozos de agua para consumo humano, según el diario Radio Programas del Perú (RPP) (2018) indica que en los análisis físico, químico y microbiológico practicado a los pozos, se observó que el agua subterránea para consumo humano está contaminada con plomo, cuyos contenidos varían desde 0.016 hasta 0.044 miligramos por litro; lo que significa entre 2 a 4 veces superando los límites máximos permitidos, lo cual afecta y pone en riesgo su salud a más de 15 mil pobladores. Para ello el Ministerio del ambiente ha aprobado los Estándares de Calidad Ambiental indicando que las aguas para consumo humano no deben sobrepasar los 0,01 mg/l (MINAM, 2017).

Sin embargo, existen diversas maneras para la eliminación de este metaloide, ya sea, mediante coagulación, adsorción, intercambio iónico, filtración de membrana, entre otros, de los cuales se deducen en los siguientes trabajos previos:

La queratina compuesta por proteínas es potencialmente útil para usarse como adsorbente en sistemas de filtración para la eliminación de contaminantes, dentro de su cadena principal y secundaria se encuentran los grupos hidroxilo (R-OH), sulfhidrilo (R-SH), amino (R-NH₂) y carboxilo (R-COOH), los cuales permiten la fuerte atracción de los iones metálicos a la queratina dándole propiedad bioadsorbente ideal para la eliminación de metales pesados (Zhang, 2014).

Kamari y Khota, (2016) Uno de los metales pesados como el plomo es altamente tóxicos que llega a los cuerpos de agua de las industrias y los desechos domésticos. El presente

estudio se realizó para explorar la eficiencia del compuesto de biopolímero sintetizado con las plumas de *Dromaius novaehollandiae* (DNF), un desperdicio de aves de corral y el quitosano (preparado a partir de *Agaricus bisporus*) como constituyentes para un desarrollo económico y la eliminación amigable del plomo presente en el rango de concentración de 20–100 mg L⁻¹. Con los resultados de los experimentos preliminares realizados por 'método de una variable a la vez', en consecuencia, se han identificado las óptimas condiciones para la biosorción de plomo como 6,96 g/l dosis de adsorbente, 19,77 mg/l de concentración de adsorbato inicial y 4,4 pH.

Amorín y Palomino (2016) en su investigación realizó el experimento tipo Batch para determinar el efecto del pH en la adsorción, experimentando con dos tipos de pelos tratados: El proceso de pelambre enzimático (PTPE) y el pelambre convencional (PTPC) obteniendo como resultado que el pH óptimo para la adsorción es de 7 y la capacidad máxima de adsorción fue 321,20 mg de plomo en el proceso enzimático y 0,962 mg de plomo en el pelambre convencional lo cual concluye que el proceso enzimático dio mejor resultado en adsorción.

En la investigación de Marsalek (2018) explica sobre la adsorción de plomo y surfactantes seleccionados en lana de oveja y material obtenida tras pirolisis, se realizó análisis térmico para la caracterización del pirolizado, dicha adsorción de plomo en lana de oveja y pirolizado se controló a través de un pH seleccionado teniendo valores desde 3 hasta 6. La muestra de adsorción de plomo de la solución varía entre 4.9 y 97.5% en dependencia del pH y concentración inicial, de tal manera que el sistema mostró un rango de tasa de remoción de plomo de 5.5 a 94.8% en la adsorción de los iones de Pb. Indicando que los iones de plomo reaccionan preferentemente con el grupo carboxilo que se encuentra dentro de la Queratina de la lana de oveja, el material carbonoso, el pirolizado, está representado por los microporos, que son el sitio de inmovilización de los iones Pb²⁺.

Donnera (2018) en su artículo de investigación denominado “Biopolímeros derivados de la queratina desenredados como nuevos biosorbentes para la eliminación simultánea de múltiples metales de las aguas residuales industriales” indica que los biopolímeros derivados de plumas de aves de corral modificadas se desarrollaron para atacar una amplia gama de oligoelementos potencialmente tóxicos para su eliminación de aguas residuales sintéticas y agua industrial afectada por procesos. Las modificaciones químicas aumentaron la funcionalidad de la superficie para mejorar la adsorción

de metales. Los biopolímeros derivados de la queratina no modificados agregados a las aguas residuales sintéticas enriquecidas con nueve elementos sensibles a la transición y redox ($30\text{--}50\ \mu\text{g L}^{-1}$ cada uno) eliminaron 82% de Pb, Ni, Co y Zn.

Para realizar la investigación se ha tenido que tomar en cuenta las teorías relacionadas al tema que de una u otra forma dan a conocer o explican sobre la investigación.

Habitualmente la contaminación de aguas subterráneas se entiende por contaminación a la introducción de una sustancia generada por la actividad del hombre, los cuales causan daños en la salud de las personas, recursos naturales y sistemas ecológicos, dentro de los cuales los que causan mayor daño en la salud son los metales pesados (Castaño, 2008).

Desde épocas pasadas en los diferentes procesos industriales se ha producido la contaminación del agua, uno de los mayores sectores que contaminan con metales pesados es la minería, que durante el proceso de la separación de minerales utilizan compuestos químicos, además la industria y la producción agrícola Londoño y Muñoz (2016). Por otra parte, en las actividades naturales las condiciones climáticas, hidrológicas y geológicas hacen que las aguas subterráneas puedan tener compuestos o iones en concentraciones muy altas sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental, lo cual no es aceptable para el consumo humano, tal es el caso del distrito de Mórrope.

El informe de Castaño (2008) manifiesta que los problemas más habituales son los metales pesados y los minerales presentes en el suelo de forma natural que durante el proceso de filtración de las aguas se mezclan.

Los metales pesados son elementos muy perjudiciales para la salud y que al encontrarse en altas concentraciones no se puede emplear en el consumo humano destacando entre ellos el As, Pb, Hg, Cu, Al y Se, entre otros que dan origen a diferentes enfermedades y que causan el deterioro de los recursos naturales.

El plomo es un elemento químico de símbolo Pb, con número atómico 82, el cual tiene grados de oxidación de +2 y +4, con un peso atómico de 207.21 y una densidad de 11.86 por tal motivo se le considera un metal nocivo, acumulativo y denso. Esta sustancia se encuentra en las aguas marinas en concentraciones de 0,003 y 0.20 mg/l Vizcaíno, Fuentes y Gonzáles (2017).

La Organización Mundial de la Salud (2019) describe que el plomo es un metal muy tóxico y de alto peso atómico que en el agua se encuentra disuelto en forma de sulfatos e hidróxidos, que se acumulan y afecta a varios sistemas del cuerpo: nervioso, cardiovascular, gastrointestinal y hematológico.

Según Moreno y Ramos (citado en Jaishankar et al. 2014) indica que el plomo es uno de los elementos que puede ingresar por la respiración, ingesta de agua o por consumir alimentos que contiene adherido este elemento, siendo muy nocivo para la salud ya que se acumulan en los huesos, hígado y riñón causando, alteraciones psicomotoras, hipertensión, daño cardiovascular y del sistema hematológico; posible cáncer en pulmón, estómago y riñón.

En su investigación de Ale et al. (Citado en Arteaga, 2004) un adsorbente es considerado de alta calidad dependiendo al sorbato el cual atrae y retiene de forma inmovilizada iones metálicos así mismo se puede calcular como la capacidad de adsorción que depende de la solución del pH, de las constantes ácido-básica y del punto isoelectrico del adsorbente.

Existen diferentes métodos de adsorción en los cuales se aplican agentes biológicos que son una alternativa viable para la descontaminación del agua de consumo con metales pesados, de igual forma podemos mencionar los tipos de adsorción que son físicos aquellos donde interviene la fuerza del adsorbato y la superficie del adsorbente influyendo la temperatura que al aumentar disminuye la adsorción y químicos donde se produce la unión del adsorbato y adsorbente, siendo fácil de revertir el proceso; lo empleado en esta investigación es la queratina una alternativa que ayudara y disminuirá la concentración de plomo presente en las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope mediante adsorción química.

Los adsorbentes orgánicos tienen una cierta ventaja y desventaja en proceso de adsorción de metales los que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Ventajas y desventajas del proceso de adsorción con material inerte.*

Biomasa inerte	
Ventajas	Desventajas
No necesita sustento	Rápida saturación
No necesita limitaciones metabólicas	El proceso es sensible al pH

El proceso de inmovilización no está gobernado por límites de toxicidad	La valencia del metal no puede alterarse biológicamente
Los metales pueden ser recuperados y liberados fácilmente	no son susceptibles de degradación
Rápida y eficiente en la remoción de metales donde la biomasa se comporta como un intercambiador de iones	La mejora de estos procesos biológicos es limitada ya que las células no efectúan un metabolismo

Fuente: Tejada (2014).

El factor más importante dentro de un proceso de adsorción es el parámetro del pH siendo el que afecta la solubilidad de los metales o atribuyendo la activación de los conjuntos funcionales de la biomasa, el cual puede modificar la adsorción de los metales (Tur et al. 2012). Es recomendable un pH superior a 4.5 en el proceso de adsorción de metales para cationes y para aniones en un pH menor a 1.5 Tejada et al. (2015).

Así como también la dosis de queratina, velocidad de agitación, temperatura de las muestras y tiempo de contacto.

La queratina representa del 85 al 90% de la materia de la pluma de las aves, teniendo una estructura fibrosa insoluble Florida (2019). La cual está compuesta por una gran cantidad de aminoácidos de los cuales se destacan con abundancia la glicina y cisteína Machuca et al. (2016).

Las plumas se encuentran en todas las aves, son el mecanismo que cubre su piel y regula su temperatura, la morfología de estas está conformada de la siguiente manera:

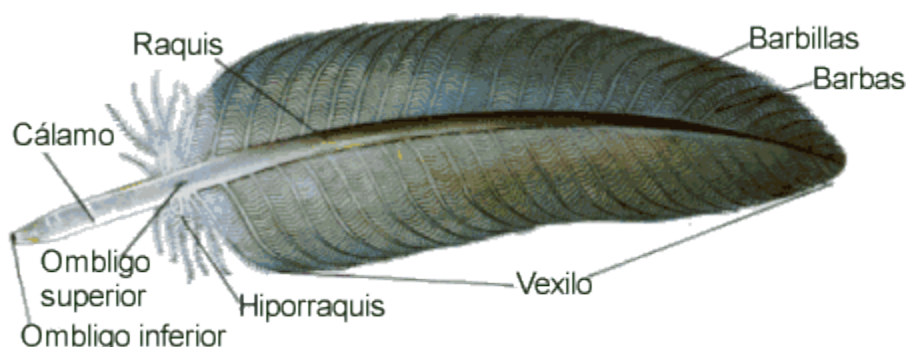


Figura 1. Morfología de una pluma (Asociación Española para la cultura, el Arte y la Educacion)

La queratina es una proteína fibrilar, consiste en cadenas polipeptídicas formadas por la condensación de diferentes aminoácidos; así mismo estas proteínas están abundantemente presentes en la naturaleza y constituyen la mayor parte del cabello, la lana, los cuernos, las uñas, las plumas y el estrato córneo de la piel (Dullaart, 2012). Las queratinas también pueden clasificarse como α -queratinas bajas en contenido de azufre y las β -queratinas su estructura es más dura, baja en solubilidad y peso molecular Nerendra (2017).

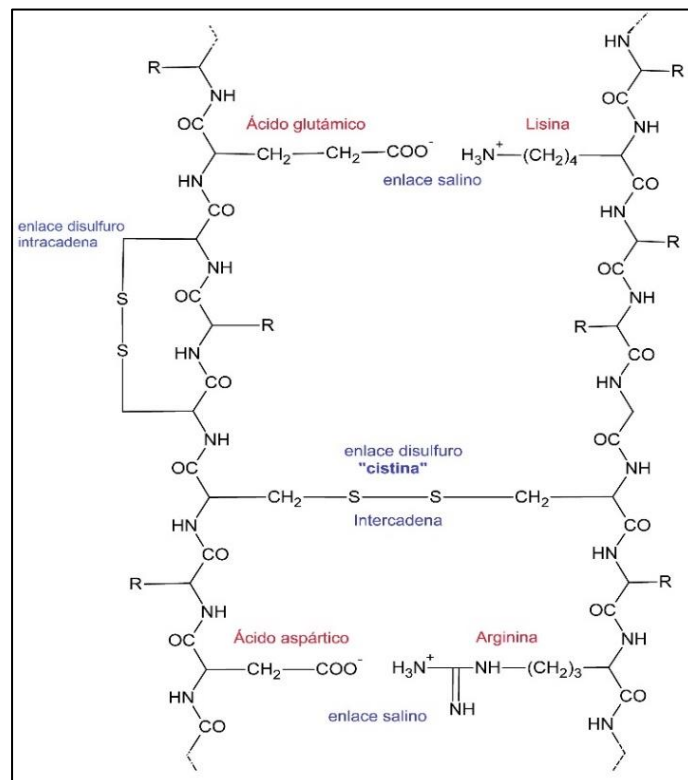


Figura 2. Estructura de la Queratina (Química Alkano).

La prueba de jarras es utilizada para determinar las dosis óptimas de coagulantes y adsorbentes en los trabajos de investigación a nivel de laboratorio permitiendo obtener agua de calidad ya sea mediante procesos de floculación de material suspendido a través de coagulantes y también adsorción de iones metálicos con compuestos orgánicos” (Roca y Supa, 2016).

De acuerdo a todo lo mencionado se ha planteado la siguiente problemática ¿Cuáles son las condiciones para la mayor adsorción de plomo en aguas del distrito de Mórrope utilizando queratina?

La justificación del problema en la presente investigación plantea la posibilidad de adsorber plomo en aguas subterráneas contaminadas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope, utilizando queratina la cual se encuentra en la estructura de las plumas de los pollos, constituyendo una alternativa de solución de bajo costo en el tratamiento de aguas contaminadas con plomo, además siendo una alternativa de reutilización de las plumas de pollo que puede disminuir un impacto ambiental, para este proceso se empleara la adsorción química donde los grupos hidroxilo y carboxilo actúan como adsorbentes uniendo a las partículas del adsorbato que está presente en el agua de la población las cuales son utilizadas como agua potable y estas son consumidas a diario en sus diferentes actividades por lo que perjudican la salud de la población de Los Positos.

Las empresas prestadoras de servicio en el Perú solo dan un tratamiento de tipo físico, químico o biológico a las aguas con la finalidad de reducir la contaminación y ponerlas aptas para el consumo humanos, sin embargo, no son tratadas para disminuir los metales pesados los cuales generan daños perjudiciales en la salud de las personas.

Debido a problemática que ha puesto en estado de emergencia al Distrito de Mórrope por la contaminación de sus aguas subterráneas con metales pesados se ha dado varias iniciativas de investigaciones con el objetivo de disminuir los contaminantes presentes y ponerlos dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) aprobados por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) por lo que se ha creído conveniente en esta investigación utilizar las plumas de pollo un adsorbente orgánico que es desechado por los camales y que causan contaminación a diferentes ecosistemas acuíferos, por tal motivo se reutiliza ya que está en su estructura tiene la queratina que se utilizara para determinar la adsorción de plomo y ver la dosis más eficiente durante la investigación.

En el presente proyecto de investigación radica su importancia, en la utilización de un adsorbente orgánico, ecológico y económico para el tratamiento de aguas que ayudará a disminuir la concentración de plomo en las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, ya que actualmente tiene problemas de contaminación con este metal lo que está originando problemas de salud en población.

La hipótesis planteada para la solución a este problema:

H1. Una de las combinaciones de dosis y pH permitirá la mayor adsorción de plomo presente en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.

H0. Ninguna de las combinaciones de dosis y pH permitirá la mayor adsorción de plomo presente en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.

El objetivo de esta investigación es: Determinar las condiciones para la mayor adsorción de plomo en aguas subterráneas del centro poblado los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.

Para lo cual nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Cuantificar la concentración inicial de plomo presente en las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope.
- Tratar las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando diferentes dosis de queratina a diferentes pH.Determinar la dosis de queratina y pH óptimo en la adsorción de plomo.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, cuantitativa y experimental teniendo un diseño cuasi experimental.

GE= O1 X O3

GC= O2 O4

GE= Adsorción de plomo.

GC= Concentración inicial de la muestra.

O1 y O2= Aguas con plomo sin tratamiento.

O3 y O4= Tratamiento de aguas con plomo utilizando queratina.

X= Influencia de la combinación de dosis y pH en el proceso de adsorción.

2.2. Operacionalización de variables

- **Variable independiente:** Condiciones de adsorción
- **Variable dependiente:** Adsorción de plomo

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población.

En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por las aguas subterráneas con presencia de plomo del centro poblado de Los Positos distrito de Mórrope.

2.3.2. Muestra.

La muestra está compuesta por 20 litros de aguas subterráneas con presencia de plomo del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope.

2.3.3. Muestreo.

Muestreo no probabilístico ya que las muestras serán tomadas por conveniencia del investigador.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos.

2.3.1.1 La observación.

Esta técnica de investigación permitirá sistematizar la información del fenómeno o problema que da paso a la investigación mediante el registro de lo observado dentro del área de estudio.

2.3.1.2 La recopilación documental.

Mediante esta técnica de investigación podemos acceder a fuentes secundarias como: libros, revistas, folletos, documentos, afiches, páginas web, etc. Para extraer información de algunos antecedentes.

2.3.1.3 Trabajo de campo.

La recopilación de datos en esta técnica de investigación se realiza mediante los apuntes que se pueda realizar en el área de investigación ya que es experimental.

2.3.1.4 Técnica de muestreo.

Esta técnica se ejecutará in situ en la toma de muestras las cuales fueron recogidas del centro poblado Los Positos distrito de Mórrope.

Lugar de estudio: Centro poblado Los Positos.

Distrito: Mórrope.

Región: Lambayeque.

Coordenadas de estudio: (6°29'53.8"S 79°55'40.7"O)

2.3.1.5 Técnica de electrometría

Con esta técnica se determina el ión hidrógeno en aguas y efluentes industriales mediante mediadas potenciométricas utilizando un electrodo combinado o estándar de hidrogeno, determinando las características básicas o ácidas del agua (Lujan, 1996).

2.4.2. Instrumentos materiales y equipos de recolección de datos.

2.3.2.1 Materiales de Campo.

- Guardapolvo
- Cofia
- Guantes
- Mascarilla

- Libreta de Campo
- Cámara fotográfica

2.3.2.2 *Materiales de Laboratorio.*

- Vasos de precipitación
- Cooler térmico
- Recipientes de plástico
- Probetas
- Frascos volumétricos
- Buretas
- Pipetas
- Propipeta
- Botellas plásticas
- Agua destilada

2.3.2.3 *Equipos de laboratorio.*

- Conductímetro de mesa
- Prueba de jarras
- Equipo de filtración
- Refrigerador
- Estufa
- Espectrofotómetro de adsorción atómica por llama

2.3.2.4 *Reactivos.*

- Ácido nítrico
- Nitrato de plomo
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio

2.4.3. Validez.

Para que la validez de la investigación sea la correcta se ha tomado en cuenta los diferentes instrumentos que serán utilizados, además la confiabilidad que brinda el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo en donde se realizaron los tratamientos de aguas contaminadas con plomo, además los análisis fisicoquímicos fueron realizados en el laboratorio de control de calidad del agua SEDALIB S.A mediante espectrofotometría de adsorción atómica de llama.

2.5. Procedimiento

Diagnóstico: Se investigan los niveles de concentración de plomo en el pozo que abastece agua potable a la población del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope, con la finalidad de tratar las aguas con un adsorbente orgánico utilizando la queratina proteína que se encuentra en las plumas de los pollos, la población utiliza las aguas subterráneas como agua potable para consumo humano y sus actividades domésticas que ellos realizan.

2.5.1. Selección de adsorbente a utilizar.

Queratina: Esta proteína presente en las plumas de las aves, cabello, lana, etc. Abundantemente en la naturaleza tiene la capacidad de adsorber metales pesados presentes en aguas, debido a su grupo funcional que se encuentra en su estructura como el hidroxilo, sulfhidrilo, amino y carboxilo las que permiten la fuerte atracción de metaloides.

Obtención de la materia prima

Las plumas de pollo serán utilizadas en la presente investigación, provienen del mercado de Moshoqueque del sector carnes, ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz – región de Lambayeque.

2.5.2. Acondicionamiento del adsorbente, plumas de pollo.

- Lavado

Las plumas fueron lavadas con abundante agua y jabón con la finalidad de eliminar los restos de sangre, tierra y grasas, además quitar alguna impureza presente en la materia.

- Secado

En el lapso de 3 horas se dejó escurrir a temperatura ambiente, luego se llevó a la estufa para agilizar el proceso, se dejó a una temperatura de 45 °C, con un tiempo de 24 horas para lograr la eliminación total del agua.

- Cortado

Para este proceso las plumas fueron cortadas con una aproximación de 0.5 cm, se retiró el raquis y solo se utilizó las barbillas y barbas las cuales fueron cortadas con tijera de mano.

2.5.3. Recolección de muestras.

Se recolectaron en el centro poblado Los Positos, distrito de Morrope, ubicado en el departamento de Lambayeque, donde utilizan las aguas subterráneas para consumo humano, dentro de la localidad se ubican diferentes pozos de los cuales

se seleccionó un pozo para las muestras por conveniencia, un total de 20 litros fueron extraídos en material adecuado para la toma de muestras (galoneras).

2.5.4. Determinación del pH

Mediante la electrometría se analizó el pH de las muestras, utilizando 700 ml de agua de la unidad aplicada experimental, para la que se empleando una agitación logrando homogenizar la muestra la cual se determinara con el electrodo, luego de 5 minutos se obtiene el resultado.

2.5.5. Determinación de la concentración de Plomo.

2.4.5.1 Método de Espectrofotometría de adsorción Atómica por Llama.

La espectrofotometría de adsorción atómica por llama es utilizada para determinar el nivel de metales pesados en aguas residuales con un rango de 0.025 a 3 mg/l con una longitud de onda de 217.0 nm reduciendo el pH con ácido nítrico se logrará un pH menor a 2 que además sirve conservar las muestras hasta 6 meses. En las muestras con plomo agregando el ácido nítrico se calienta asta ebullición leve, al quedar un precipitado no soluble puede ser filtrado y dejar enfriar a temperatura ambiente para luego determinar en la lámpara utilizando un combustible de acetileno para generar la combustión de la llama, donde se emplea una curva de calibración, contado el equipo con una base de datos en la cual mecánicamente al introducir la curva y evaluar las muestras dará como resultado la contracción del metal Aguinaga (1996).

2.5.6. Utilización de dosis de queratina

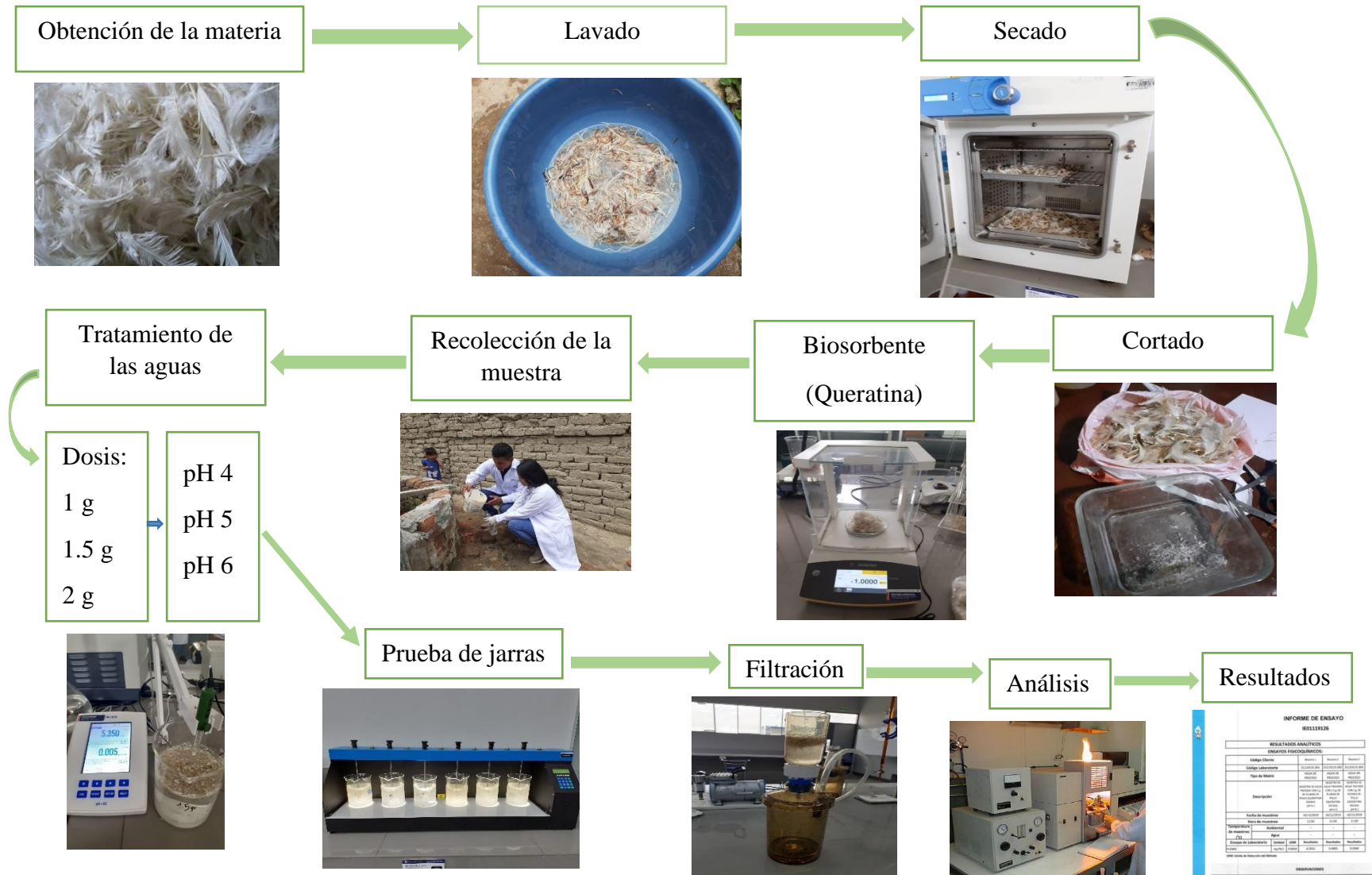
Las dosis de queratina usadas en el tratamiento de las aguas contaminadas con plomo comprenden dosis que van en un intervalo de 0,5 a 3 gramos los cuales se mesclaran con el agua al previo tratamiento. Así mismo el pH variara en las diferentes muestras.

2.5.7. Tratamiento de las aguas subterráneas con queratina

Para el tratamiento de aguas contaminadas con plomo del centro poblado de Los Positos, distrito de Mórrope, se utilizó la queratina en diferentes dosis que comprenden dosis de 1 g, 1.5 g y 2 g los cuales fueron modificados en diferentes pH: 4, 5 y 6 en muestras de 700 ml de aguas contaminadas con plomo, las cuales se modificaron con ácido clorhídrico para disminuir el pH y para aumentar se utilizó el hidróxido de sodio. Se realizaron tres tratamientos, para homogenizar las muestras se utilizó la prueba de jarras con una velocidad de agitación de 200 Revoluciones Por Minuto (RPM), con un tiempo de contacto de 60 minutos, luego

se filtraron en un equipo de filtración utilizando papel filtro para luego recolectar las muestras en frascos de polietileno de alta densidad de 1L para su posterior análisis.

2.5.8. Flujograma del acondicionamiento del adsorbente y procedimiento del tratamiento de las muestras.



2.6. Método de análisis de datos

A fin de realizar los análisis de datos se utilizará la estadística descriptiva: Excel programa que compara de dos a más variables con la finalidad de procesar los datos y obtener los resultados de la investigación.

2.7. Aspectos éticos

Durante el trabajo de investigación se ha considerado como un aspecto primordial los derechos de autores en las citas bibliográficas y las referencias internacionales ISO 690: 2010, los métodos fisicoquímicos aplicados para obtener los resultados y el muestreo se realizó con responsabilidad y honestidad del investigador.

III. RESULTADOS

3.1. Obtención de la queratina a partir de plumas de pollo

Se realizó un tratamiento físico a las plumas de pollo para acondicionar la queratina que se encuentra en su estructura, pasando por un lavado, secado y cortado en un tamaño aproximadamente de 0.5 cm. Para realizar los tratamientos se eligieron las dosis, pH, velocidad de agitación y tiempo de contacto para la adsorción de plomo en aguas subterráneas contaminadas enriquecidas con nitrato de plomo.

Las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos tiene una concentración de 0.001 mg Pb/L por lo que fue enriquecida con nitrato de plomo obteniendo una concentración de 2.4549 mg Pb/L en las que se realizaron los tratamientos para la determinar la adsorción de plomo.

3.2. Determinación de ensayos fisicoquímicos mediante Espectrometría de Adsorción Atómica de Llama.

3.2.1. Absorción de plomo con diferentes dosis de queratina a pH 4.

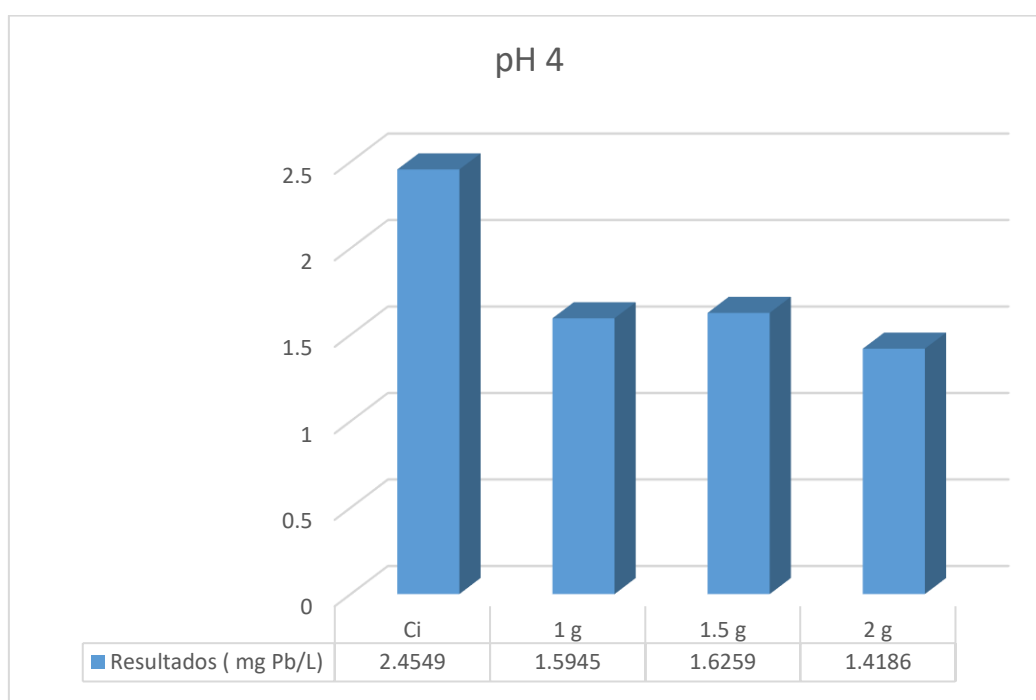


Figura 3. Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 4

En la figura 3 se observa que la concentración inicial de plomo es de 2.4549 mg Pb/L, obteniendo una remoción en promedio de 1.5463 mg Pb/L, siendo la dosis de queratina de 2 g la que mejor adsorción tiene en el tratamiento disminuyendo a 1.4186 mg Pb/L, sin embargo, una menor remoción se dio a 1.5 g llegando a 1.6259 mg Pb/L.

3.2.2. Adsorción de plomo con diferentes dosis de queratina a pH 5.

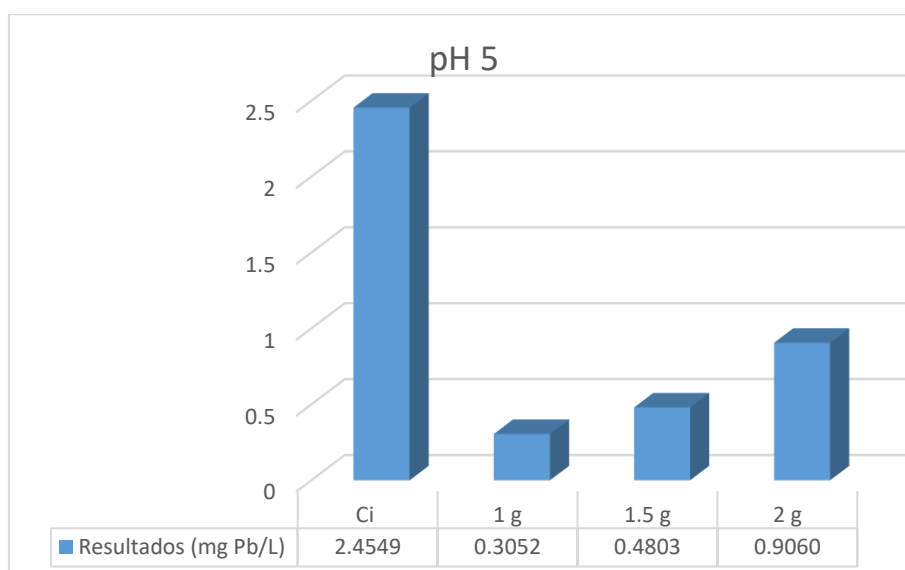


Figura 4. Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 5.

En la figura 4 se aprecia la adsorción de plomo, con una dosis de 1 g notoriamente la concentración inicial de plomo obtiene una disminución que llega a 0.3052 mg Pb/L para la mayor adsorción, por otra parte, hay menos disminución de plomo a medida que va incrementando las dosis de la queratina indicando que en la dosis de 2 g obtuvo una concentración de 0.9060 mg Pb/L.

3.2.3. Adsorción de plomo con diferentes dosis de queratina a pH 6.

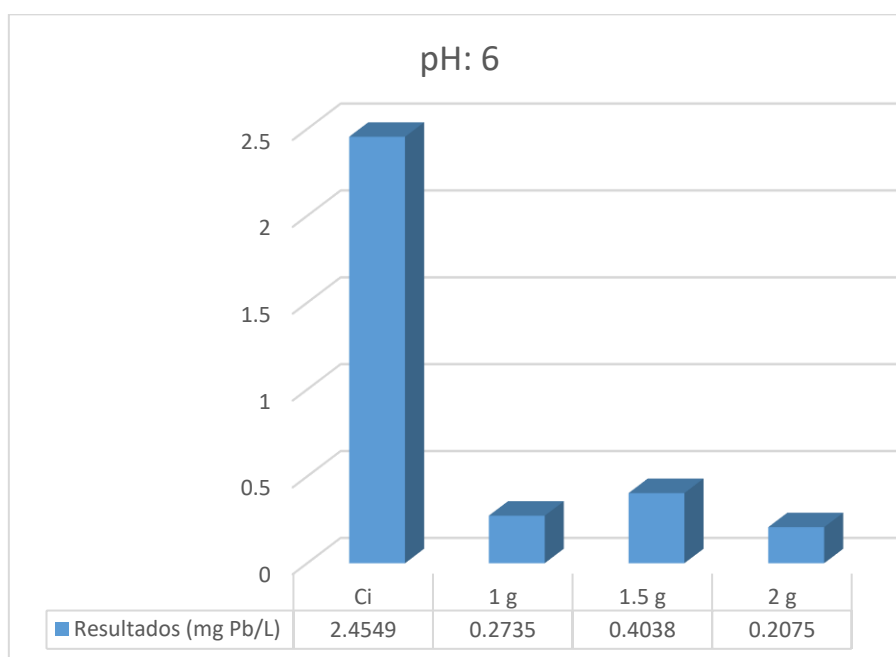


Figura 5. Resultados del tratamiento de aguas con plomo en mg Pb/L, a pH 6.

Se muestra en la figura 5 que durante los tratamientos para la adsorción de plomo con diferentes dosis de queratina el pH es un factor importante para el proceso de adsorción como se muestra en las figuras 1 y 2 donde se han obtenido diferentes resultados, indicando que la dosis de 2 g a pH 6 es la más eficiente de los tratamientos con una adsorción de 0.2075 mg Pb/L de aguas subterráneas del centro poblado Los Positos.

3.3. Resultados de concentración de plomo después del tratamiento.

Tabla 2. Resultados de análisis fisicoquímico de los tratamientos con diferentes dosis de queratina (plumas de pollo) en diferentes pH, para la adsorción de plomo.

Concentración Inicial: 2.4549	Dosis de Queratina	Concentración de Pb a pH: 4	Concentración de Pb a pH: 5	Concentración de Pb a pH: 6
T1	1 g	1.5945	0.3052	0.2735
T2	1.5 g	1.6259	0.4803	0.4038
T3	2 g	1.4186	0.9060	0.2075

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se muestra los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio, previo tratamiento mediante diferentes dosis de queratina utilizando las barbillas y barbas de las plumas de pollo ya que está conformada por la misma, además tratadas a diferentes pH, siendo analizados en el laboratorio de control de calidad de SEDALIB S.A. Teniendo en cuenta que las aguas del tratamiento del centro poblado de Los Positos fueron enriquecidas con nitrato de plomo en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, teniendo como resultado una concentración inicial de 2.4549 mg Pb/L.

3.4. Resultados de remoción de plomo después del tratamiento

Tabla 3. Remoción de plomo, según tratamientos.

TRATAMIENTO 1 a pH: 4	
DOSIS	Pb inicial - Pb final (mg/L)
1 g	2.4549 – 1.5945 = 0.8604
1.5 g	2.4549 – 1.6259 = 0.829
2 g	2.4549 – 1.4186 = 1.0363
TRATAMIENTO 2 a pH: 5	
DOSIS	Pb inicial-Pb final (mg/L)
1 g	2.4549 – 0.3052 = 2.1497
1.5 g	2.4549 – 0.4803 = 1.9746
2 g	2.4549 – 0.9060 = 1.5489

TRATAMIENTO 3 a pH: 6	
DOSIS	Pb inicial-Pb final (mg/L)
1 g	2.4549 – 0.2735 = 2.1814
1.5 g	2.4549 – 0.4038 = 2.0511
2 g	2.4549 – 0.2075 = 2.2474

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, se muestra que el tratamiento a pH 4 tuvo menor concentración de remoción de plomo, a diferencia del tratamiento a pH 6 tuvo mayor concentración de Pb.

3.5. Resultados de la remoción de plomo

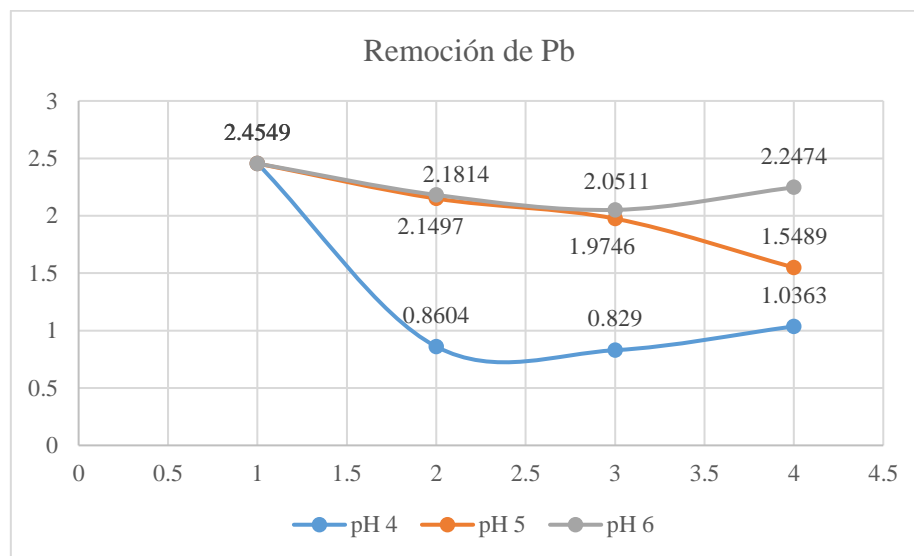


Figura 6. Resultados obtenidos después del tratamiento.

En la figura 6 se puede observar que los tratamientos fueron sometidos a diferentes pH de 4 a 6, la remoción de plomo aumento en un intervalo de pH 5 y 6 indicando que al aumentar el pH la remoción del plomo es mayor, demostrando que este proceso a pH 6 y una dosis de 2 g disminuye la concentración inicial, siendo la dosis optima y eficiente en la remoción con 2.2474 mg Pb/L.

3.6. Porcentaje de adsorción de plomo en los tratamientos

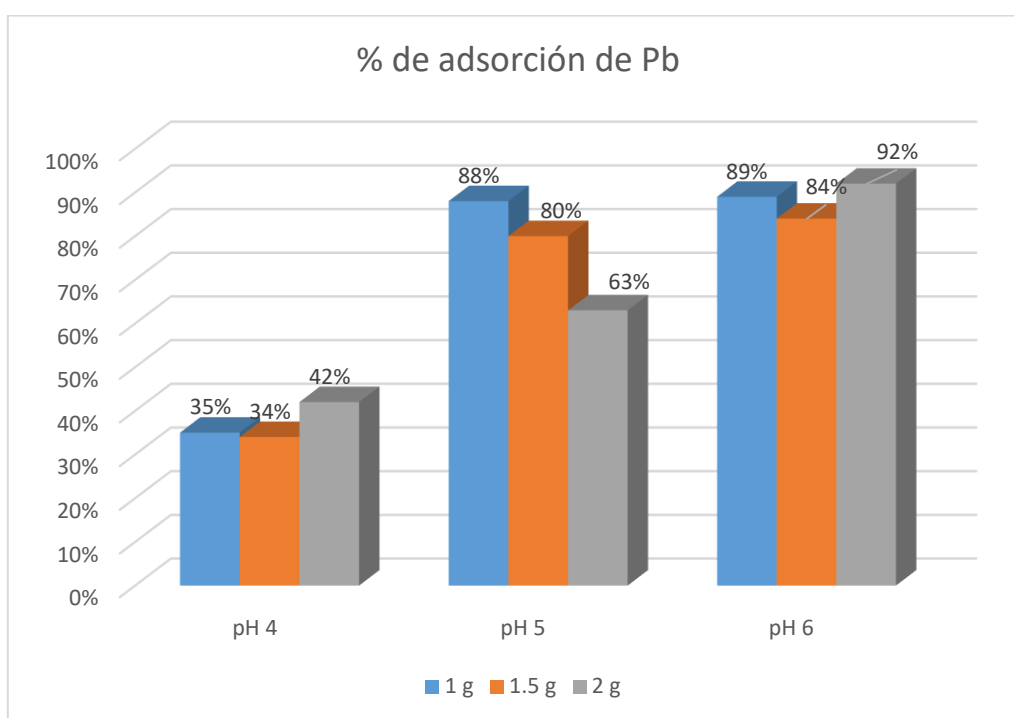


Figura 7. Porcentaje de adsorción de Pb.

En el grafico se observa el porcentaje de adsorción de plomo según los tratamientos realizados utilizando queratina, a pH 6 se obtuvo un mejor porcentaje de remoción logrando un 92% de eficiencia para Pb, seguido del pH 5 con 88% y finalmente el menor porcentaje de remoción está en un pH 4 con 34%.

Contrastación de la hipótesis

Para este trabajo de investigación se acepta la hipótesis alternativa HI, donde una de las combinaciones de dosis y pH permitirá la mayor adsorción de plomo presente en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope, donde se concluye que la combinación de la dosis de 2 g a pH 6 tiene una mayor remoción de 2.2474 mg Pb/L, rechazando la hipótesis nula H0 ya que existe una combinación de dosis y pH que permite mayor adsorción de plomo en los tratamientos.

IV. DISCUSIÓN

Obtenido los resultados de la adsorción de plomo con plumas de pollo ya que en esta se encuentra la queratina la cual tiene la capacidad de adsorber este metal pesado muy toxico de 2.4549 mg Pb/L a 2.1599 mg/L con una dosis de 2 g a un pH 6, logrando una eficiencia de 92%, siendo una alternativa ecológica, económica donde se reutiliza un material orgánico que es desperdicio de los camales el cual es utilizado en la investigación para disminuir un impacto ambiental en las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos.

Según Kamari y Khota (2016) en su investigación utilizaron las plumas de Emú común determinando las óptimas condiciones para la eliminación de plomo con una dosis de 6.96 g/L a un pH 4.4 en una concentración inicial de 19,77 mg/l, si lo comparamos con la adsorción de plomo con plumas de pollo las condiciones óptimas para este proceso es a una dosis de 2 g siendo la más eficiente a un pH 6 removiendo 2,2474 mg Pb/L, sin embargo la menor remoción de plomo se da a un pH 4 adsorbiendo 0.829 mg/L con una dosis de 1.5 g.

Para determinar el efecto del pH en la adsorción Palomino (2016) realizo dos experimentos con pelos de ganado vacuno, un proceso enzimático en cual fue modificado mediante hidrolisis ácida y proceso convencional sin modificación indicando que el pH 7 es óptimo para el proceso de adsorción, la máxima adsorción fue 321,20 mg Pb en el proceso enzimático con una concentración inicial de 1000 ppm y 0,962 mg de adsorción en el proceso convencional, un tratamiento de hidrolisis ácida se hace costoso por los ácidos que necesita, por lo que es más recomendable utilizar las plumas de pollo ya que no necesitan de un tratamiento para la adsorción de plomo obteniendo una eficiencia de 92%, además supera los resultados del proceso convencional removiendo 2.1599 mg Pb/L.

Utilizando la queratina de lana de oveja Marsalek (2018) la pirolizo para la adsorción de plomo el cual se controló a través de un pH seleccionado con valores de 3 a 6, mostrando una taza de remoción de 5.5 a 94.8% de iones de Pb, este método de adsorción es muy eficiente en la remoción del metal al igual que utilizando las plumas de pollo con una remoción de 92% lo cual es recomendable para tratar aguas contaminadas con Pb.

V. CONCLUSIONES

1. Para cuantificar la concentración inicial de plomo se tomaron muestras de agua subterránea en el centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope encontrando una concentración de 0.001 mg Pb/L la que fue enriquecida con nitrato de plomo obteniendo así una concentración de 2.4549 mg Pb/L. según los Estándares de Calidad Ambiental decretados por el MINAM.
2. Se realizaron 3 tratamientos para determinar la adsorción de plomo, para el primer tratamiento se ajustó a un pH 4 teniendo 42% de eficiencia en la remoción de plomo, para el segundo tratamiento se ajustó a un pH 5 teniendo un 88% de remoción y finalmente para el tercer tratamiento se ajustó a un pH 6 teniendo un 92% de remoción de Pb. Teniendo una tendencia de mayor adsorción a medida que aumenta el pH.
3. Se ha determinado que la combinación de dosis y pH óptimo dentro de los 3 tratamientos está a un pH 6 con una dosis de 2 g de plumas de pollo ya que en estas se encuentra la proteína de la queratina, con una velocidad de 200 RPM y un tiempo de contacto de 60 minutos el adsorbente logro remover 2.2474 mg Pb/L de una concentración inicial de 2.4549 mg Pb/L.
4. Las condiciones óptimas para la mayor adsorción de plomo fueron un tiempo de contacto de 60 minutos, velocidad de agitación de 200 RPM, una dosis de 2 g en un pH 6 logrando tener la mayor remoción en un 92% de la concentración del plomo, por lo que se concluye que a medida que el pH aumenta la remoción es más eficiente.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere no utilizar queratina hidrolizadas líquida ya que esta no es eficaz en la remoción de plomo, por lo que es muy soluble con el agua y se tiene dificultades en el proceso de filtración.

Para obtener mejores resultados con el adsorbente orgánico de plumas de pollo los tratamientos deben ser sometidos a un pH con un intervalo 4 a 8 con un tiempo de contacto de 60 minutos y con una velocidad de agitación de 200 revoluciones por minuto.

Se puede modificar las plumas de pollo mediante hidrólisis ácida o realizar modificaciones químicas para comparar la eficiencia de adsorción de plomo en aguas contaminadas, mejorando el tratamiento convencional que se realizó en esta investigación para llevar a una remoción del 100%.

En próximas investigaciones se puede estudiar el comportamiento de adsorción de plomo utilizando la proteína de la queratina para determinar cuál de sus grupos funcionales interviene significativamente en la remoción de metales pesados.

REFERENCIAS

AGUINAGA, Silvia. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes. Zabala. Laboratorio de DINAMA, 1996. Disponible en: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf

AMORÍN, Carmen y PALOMINO, Carola. Aprovechamiento de pelos de vacuno del proceso de pelambre de las curtiembres en la remoción de plomo de un efluente. Revista Scielo. Vol 82 (2) pp.183-195 Lima: s.n., 2016.

ASOCIACIÓN Española para la Cultura, el Arte y la Educación. Naturaleza Educativa. [En línea] Producciones ASOCAE ONGD. Disponible en: <http://natureeduca.com/zoologia-cordados-aves-01.php>.

Confirman la presencia de plomo en 11 pozos de agua en Mórrope [en línea]. Radio Programas del Perú. 5 de junio del 2018. [Fecha de consulta: Abril del 2019]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/confirman-la-presencia-de-plomo-en-11-pozos-de-agua-en-morrope-noticia-1127363>

CONTAMINACIÓN por metales pesados en la cuenca del río Moche, 1980 - 2010, La Libertad – Perú por Félix Huaranga. Scientia Agropecuaria [en línea]. 18 de enero del 2012, 3(2012) 235 – 247. [Fecha de consulta: mayo del 2019]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/86/96> ISSN: 2306-6741

CONTAMINACIÓN por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria por Yulieth Reyes [en línea]. Revista de ingeniería, investigación y desarrollo. Julio-Diciembre 2016, vol. 16, n° 2, 66-77pp. Disponible en: <file:///C:/Users/CLAUDIA/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110.pdf> ISSN: 2422-4324

DULLAART, Renke y MOUSQUÉS, João. Keratin: Structure, Properties, and Applications. Estados Unidos: Nova Science, 2012. 226 pp. ISSN: 978-1621003366

ESTUDIO de la cinética de biosorción de plomo (ii) en alga *Ascophyllum Nodosum* por Borja, Neptalí et al. Vol 81, n° 3. Perú: s.n., 2015.

ISSN: 1810 – 634x.

FERNANDEZ, Jean Pierre. Pasivos no solucionados en el río Rímac aumentan concentración de plomo, según INEI [en línea]. Revista Energimina, 4 de marzo del 2019. Disponible en: <https://energiminas.com/pasivos-no-solucionados-en-el-rio-rimac-aumentan-concentracion-de-plomo-segun-inei/>

FLORIDA, Rofner. Pluma: Implicancia ambiental y uso en la industria agropecuaria, Revista Scielo Perú [en línea]. Julio – setiembre, 2019. 21(3): 225 – 237. [fecha de consulta: abril 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-295720190003000008&script=sci_abstract

ISSN 2313-2957.

HIDROQUÍMICA de las aguas subterráneas de la cuenca del río Duero y normatividad para uso doméstico por Daniela Inocencio [et al]. Tecnología del agua [en línea]. Diciembre 2013, vol. 4, núm. 5, 111-126 pp.

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/266672694>

JARA, Lujan, MOGIARDINO, Claudia y BARCALA, Jorge. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes, laboratorio de Dinama, 1996. 144pp.

KAMARI, Anantha y KHOTA, Sobha. Removal of lead by adsorption with the renewable biopolymer composite of feather (*Dromaius novaehollandiae*) and chitosan (*Agaricus bisporus*), Environmental Technology & Innovation. 4 de abril 2016, vol. 6. [Fecha de consulta: mayo del 2019].

ISSN de la revista: 2352-1864

LONDOÑO, Luis, LONDOÑO, Paula y MUÑOZ, Fabian. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Revista Scielo [en línea]. Julio - diciembre 2016, vol. 14, (2): 145-153. [Fecha de consulta: abril del 2019].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>

ISSN: 1692-3561

MARSALEK, Roman. Adsorption of lead ions and surfactants on sheep wool and pyrolysis material prepared from wool. Enero del 2018. 299-306 pp.

MINISTERIO Nacional del Ambiente. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 004-2017-MINAM. Perú, 2017. 10 – 19 pp.

MONTIJO Moreno, Alejandra. Slide Share. Norma mexicana nmx aa-057-1981 análisis de agua- determinación de Plomo- Método Colorimétrico de la Ditizona.

MORENO, Silvia y RAMOS, Gabriela. Descontaminación de arsénico, cadmio y plomo en agua por biosorción con *Saccharomyces cerevisiae*. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. México, 2018. 21(2): 51-68.

DOI: 10.22201/fesz.23958723e.2018.0.155

NARENDRA, Reddy. Keratin-based Biomaterials and Bioproducts. Reino Unido: SMITHERS, 2017.

ISBN: 978-1-91024-287-2.

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud. 23 de agosto del 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Plomo. 2019. Disponible en: https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/es/.

QUERATINA a partir del hidrólisis enzimática de harina de plumas de pollo, utilizando queratinasas producidas por *Bacillus subtilis* por Geanina Machuca. Revista Ciencia UNEMI. Setiembre 2016, vol. 9, n° 20. 2528-7737 pp.

ISSN: 1390-4272.

Química Alkano. Keratina en polvo. Disponible en: <http://quimicaalkano.com/product/keratina-polvo/>.

UNRAVELLED keratin-derived biopolymers as novel biosorbents for the simultaneous removal of multiple trace metals from industrial wastewater por Mark Donnera [et al]. 7 de agosto, 2018. Vol. 647, pp. 1539-1546. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30180358/>
ISSN: 30180358

TEJADA, Candelaria, VILLABONA y Ángel: GARCÉS, Luz. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico [en línea]. Cartagena: Tecnológicas, 2015. Vol. 18, n° 34, pp.109-123. [Fecha de consulta: mayo del 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992015000100010&script=sci_abstract&tlng=es
ISSN: 0123-7799.

VERTEDEROS e Impactos Sobre las Aguas Subterráneas [en línea]. España. Silvino Castaño, Instituto Geológico y Minero de España. 2008. [Fecha de consulta: mayo del 2019]. Disponible en: <https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.4/2495/Casta%F1o-Vertederos.pdf;jsessionid=BCD77C324ED6A65302EB3CD0112F07D1?sequence=1>

VIZCAÍNO, Lisste, FUENTES, Natalia y GONZÁLES, Harold. Adsorción de plomo II en solución acuosa con tallos y hojas de *Eichhornia crassipes* [en línea]. Colombia: Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica, 2017. Vol.20, n° 2, 435-444 pp. [Fecha de consulta: mayo: del 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262017000200021&script=sci_abstract&tlng=es
ISSN: 0123-4226.

ZHANG, Helan. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions using keratin biomaterials. Tesis (Doctorado). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de ciencias, 2014. 275 pp.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
La Contaminación de aguas subterráneas con presencia de plomo en el centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope.	GENERAL: Determinar las condiciones para la mayor adsorción de plomo en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.	HI. Una de las combinaciones de dosis y pH permitirá la mayor adsorción de plomo presente en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.	VI: Condiciones de adsorción VD: Adsorción de plomo	Experimental Aplicada	En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por las aguas subterráneas con presencia de plomo del centro poblado de Positos distrito de Mórrope.	La observación El muestreo Trabajo de campo	Para poder procesar los diferentes resultados obtenidos en el trabajo de investigación se utiliza el Excel.
	ESPECÍFICOS: -Cuantificar la concentración inicial de plomo presente en las aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope. -Tratar las aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando diferentes dosis de queratina a diferentes pH. -Determinar la dosis de queratina y pH óptimo en la adsorción de plomo.	H0. Ninguna de las combinaciones de dosis y pH permitirá la mayor adsorción de plomo presente en aguas subterráneas del centro poblado Los Positos, distrito de Mórrope utilizando queratina.		DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
			Clasifica la variable Cuantitativa	Cuasi experimental	La muestra está compuesta por 20 litros de aguas subterráneas con presencia de plomo del centro poblado Positos distrito de Mórrope.	Prueba de jarras Equipo de filtración Estufa Conductímetro Refrigerador	

Anexo 02. Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	índice
VI: Condiciones de adsorción	Durante el proceso influyen condiciones de adsorción, utilizando la queratina un material útil para adsorción de metales pesados (Zhang, 2014). El aumento de la temperatura causa cambios en la textura del sorbente y modifica la capacidad de adsorción del material, además que el pH es el que controla el proceso de adsorción de los metales ya que los iones hidrogeno se constituye en un adsorbato fuertemente competitivo (Tejada et al, 2015).	Se realizará un sistema batch, empleando un equipo de prueba de jarras con diferentes dosis de queratina a distintas concentraciones de pH	Dosis pH	mg/l adimensional
VD: Adsorción de plomo	“Tecnología aplicada en la recuperación de metales pesados utilizando componentes orgánicos e inorgánicos, uniéndose a los cationes de los metales por interacciones electrostáticas a los aniones presentes en la pared celular del adsorbente” (Tur et al, 2012).	Para determinar la concentración de plomo se ha utilizado el método de espectrometría de adsorción atómica de llama, para el cual las muestras fueron acidificadas con ácido nítrico para conservarlas.	% adsorción de plomo	Adimensional

Anexo 03. Galería de fotos



Recolección de las muestras del Centro poblado Los Positos.



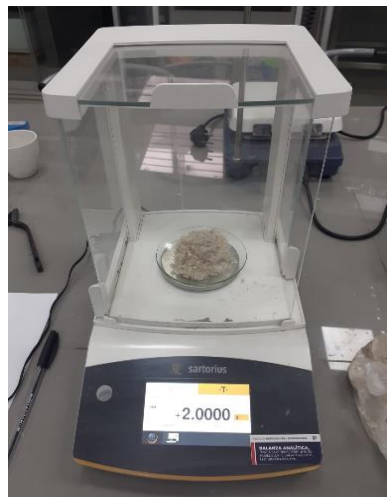
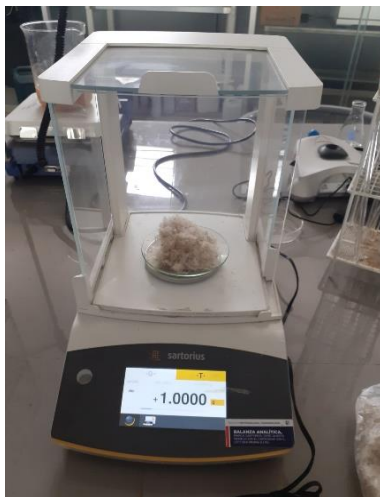
Acondicionamiento del adsorbente, lavado de las plumas de pollo.



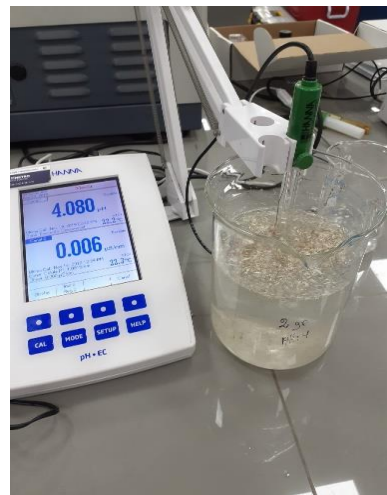
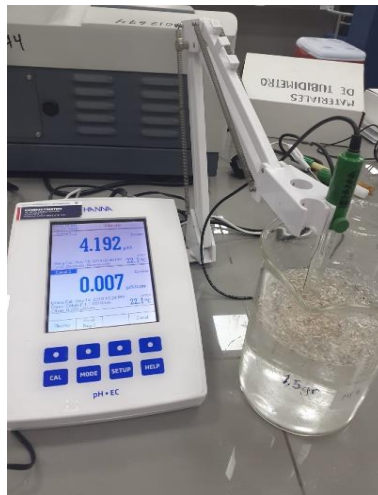
Secado de las plumas por 24 horas a 45 °C.



Extracción de las barbillas y barbas de las plumas cortadas a 0,5 cm.



Tratamiento 1, 2 y 3, determinación del peso de las dosis del adsorbente.



Tratamiento 1, acondicionamiento a pH 4.



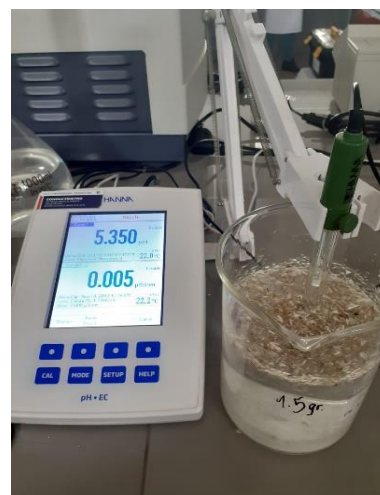
Prueba de jarras a 200 RPM con un tiempo de contacto de 60 minutos.



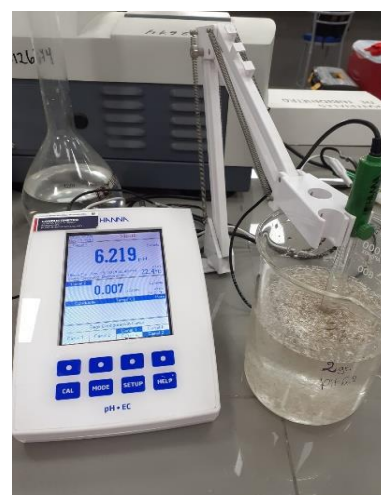
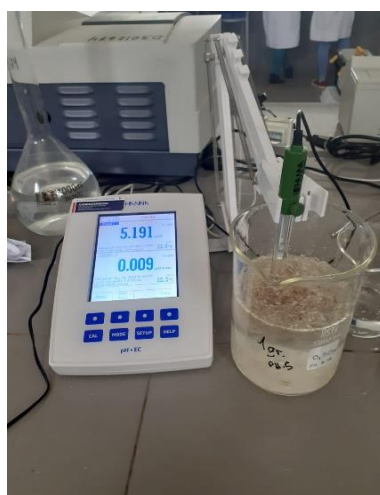
Filtración de las muestras, utilizando papel filtro.



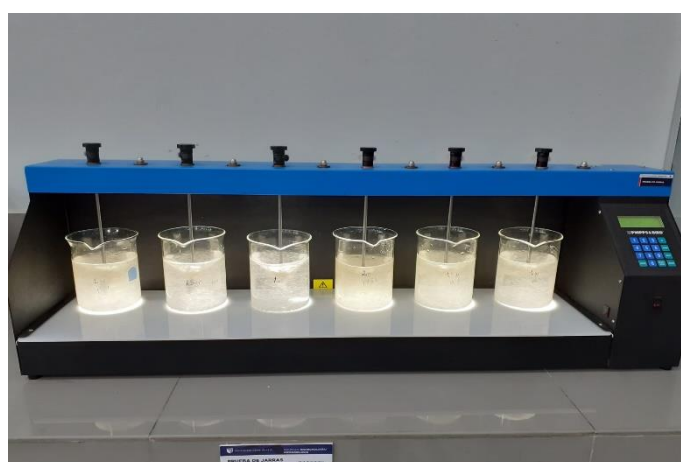
Recolección de las muestras en frascos de polietileno de 1 L.



Tratamiento 2, acondicionamiento a pH 5.



Tratamiento 3, acondicionamiento a pH 6.



Prueba de jarras T2 Y T3 a 200 RPM, con tiempo de contacto 60 minutos.



Filtración de las muestras del T2 y T3 utilizando papel filtro.



Recolección de las muestras después de filtración en botellas de 1 L, para su análisis por método de espectrometría de adsorción atómica por llama.

Anexo 04. Resultados



INFORME DE ENSAYO

IE01119129

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

	Código Cliente			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
	Código Laboratorio			01119135.001	01119135.002	01119135.003
	Tipo de Matriz			AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO
	Descripción			MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 1 g. pH=4.1	MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 1.5 g. pH=4.1	MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 2.0 g. pH=4.1
	Fecha de muestreo			23/11/2019	23/11/2019	23/11/2019
	Hora de muestreo			12:20	12:20	12:20
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental			-	-	-
	Agua			-	-	-
Ensayo de Laboratorio		Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO		mg Pb/L	0.0050	1.5945	1.6254	1.4186

LDM: Límite de Detección del Método

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente				Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Código Laboratorio				01119135.004	01119135.005	01119135.006
Tipo de Matriz				AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO
Descripción				MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 1.0 g. pH=6.0	MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 1.5 g. pH=6.0	MUESTRA DE AGUA TRATADA BIOMASA DE QUERATINA DOSIS 2.0 g. pH=6.2
Fecha de muestreo				23/11/2019	23/11/2019	23/11/2019
Hora de muestreo				12:20	12:20	12:20
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental			-	-	-
	Agua			-	-	-
Ensayo de Laboratorio		Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO		mg Pb/L	0.0050	0.2735	0.4038	0.2075

LDM: Límite de Detección del Método



INFORME DE ENSAYO

IE01119126

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

	Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3		
	Código Laboratorio	01119125.001	01119125.002	01119125.003		
	Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
	Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g. DE PLUMAS DE POLLO (QUERATINA SOLIDA) pH=5.1	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1.5 g. DE PLUMAS DE POLLO (QUERATINA SOLIDA) pH=5.3	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 2 g. DE PLUMAS DE POLLO (QUERATINA SOLIDA) pH=5.1		
	Fecha de muestreo	16/11/2019	16/11/2019	16/11/2019		
	Hora de muestreo	11:00	11:00	11:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-		
	Agua	-	-	-		
Ensayo de Laboratorio		Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO		mg Pb/L	0.0050	0.3052	0.4803	0.9060

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


 Armando Arzujo Juarez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO
 LCC SEDALIB S.A.